

"MOVPE Growth and Characterization of ZnO Properties for Optoelectronic Applications"

Eine neue Methode der metallorganischen Gasphasenepitaxie (MOVPE) für das Wachstum und die Dotierung von hochwertigen ZnO Schichten wurde in dieser Arbeit entwickelt. ZnO ist ein potenzielles optoelektronisches Material für effektive Lichterzeugung im grünen bis ultravioletten Spektralbereich.

Optoelektronische Anwendungen von ZnO erfordern Verunreinigungs-freie monokristalline Schichten mit glatter Oberfläche und niedriger Kristallgitter-Defektkonzentration. Am Anfang dieser Arbeit gab es nur wenige Berichte über MOVPE Wachstum von polykristallinem ZnO. Die niedrige Qualität von ZnO wurde dem nicht passenden Substrat und den Gasphasen-Vorreaktionen zwischen dem Zn- und den O-Vorläufern zugeschrieben. Um die ZnO Qualität zu kontrollieren, wurden einige O-Vorläufer für das Wachstum auf GaN/Si(111) oder GaN/Saphir Substraten mit unterschiedlichen Reaktortemperaturen und -drücken geprüft. ZnO Schichten mit XRD Rocking-curve FWHMs der (0002) Reflexion von $180''$ und schmaler Kathodolumineszenz von 1.3 meV der dominierenden Emission I_8 wurden mit zwei-Stufen Verfahren synthetisiert. Diese Prozedur erfolgt bei niedriger Temperatur gewachsener ZnO Schicht mit tertiär-Butanol, und einer nachfolgend gewachsenen Hochtemperaturschicht mit N_2O als O-Vorläufer.

n-Typ Halbleiter von Natur, kann ZnO kaum p-Typ dotiert werden. Diese Dotierungs-Asymmetrie ist problematisch für ZnO-basierte Bauelemente. Seit 1992 haben einige Publikationen über die Herstellung von p-Typ ZnO berichtet, diese Ergebnisse sind aber immer noch fraglich. Intrinsische Defekte, die Nichtstöchiometrie und der Wasserstoff sind die Quellen der n-Typ Leitfähigkeit von ZnO. Zusammen mit einer niedrigen Löslichkeit des Dotierstoffs und der tiefen Position der Störstellenniveaus erklären diese Faktoren teils die Schwierigkeit einer p-Typ Dotierung in ZnO. Jedoch gibt es keinen vollständig beschriebenen Mechanismus der Asymmetrie von ZnO Dotierung.

In dieser Arbeit wurden NH_3 , unsymmetrisches Dimethylhydrazin (UDMHy), Diisobutylamin und NO als Stickstoff-Vorläufer für die Dotierung von ZnO untersucht. Einige NH_3 und UDMHy-dotierte Proben haben eine Verringerung der Elektronkonzentration nach dem rapid thermal annealing gezeigt, aber keine zuverlässige p-Typ Leitfähigkeit wurde beobachtet. NO als Vorläufer führt zur sehr glatten Schichten mit einer starken Verringerung der Wachstumsrate, jedoch beeinflusst er nicht die optischen und elektrischen Eigenschaften des ZnO. Diisobutylamin verschlechtert die Eigenschaften von ZnO und kein Stickstoff-Einbau wurde beobachtet. Eine braune Farbe der Proben wird beobachtet, wenn man NH_3 oder UDMHy verwendet hat. Aus der starken Verringerung der Ladungskonzentration, die niedriger ist als die Konzentration der Grunddotierung, und dem Verhalten der DAP Lumineszenz wurde gezeigt, dass der Stickstoff als ein Akzeptor in ZnO mit UDMHy erfolgreich eingeführt werden kann.